

SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

Patent number: JP2002190586
Publication date: 2002-07-05
Inventor: MAEDA ATSUSHI
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- International: H01L27/146; H01L31/10; H04N5/335
- european: H01L27/146A4; H01L27/146F
Application number: JP20000390315 20001222
Priority number(s): JP20000390315 20001222

Also published as:



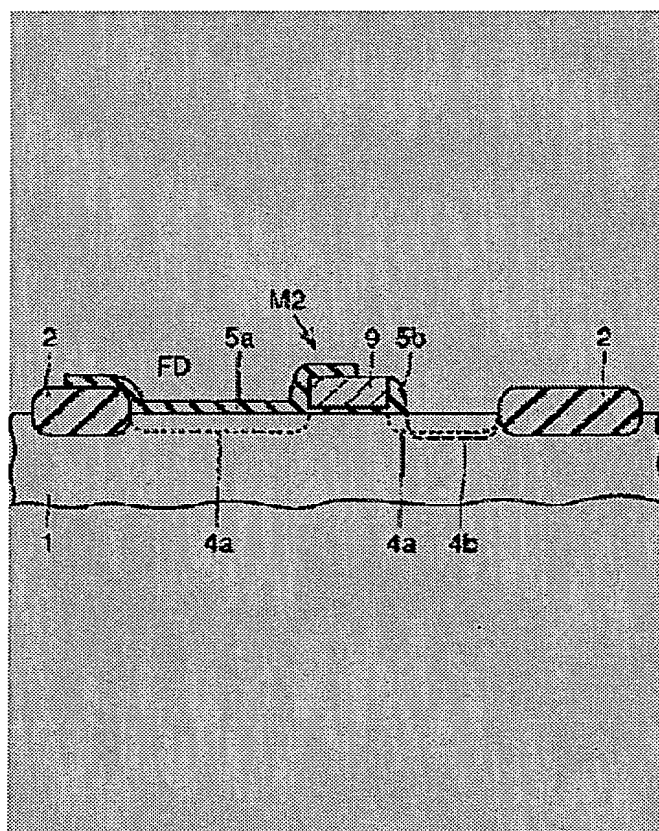
US6492668 (B2)
US2002079518 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP2002190586

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a damage layer as much as possible for reducing leakage current, in a solid-state image pickup device.

SOLUTION: The solid-state image pickup device comprises a semiconductor substrate 1, photodiode including a first diffusion layer formed on the substrate, and MOS transistor including a second diffusion layer (FD region) and a third diffusion layer, which are formed on the surface of a principal plane of the substrate as a source and a drain region. The FD region also serves as a region for converting signal charge determined by the photodiode into a signal voltage. While the third diffusion layer is formed with an N-diffusion layer 4a doped with a low concentration impurity and with an N⁺ diffusion layer 4b doped with a high concentration impurity, the FD region is formed with only the N-diffusion layer 4a. The upper part of the FD region is covered with an oxide film 5a, as an ion implantation blocking layer for blocking the ion implantation.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

引用文献 2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-190586

(P2002-190586A)

(43) 公開日 平成14年7月5日 (2002.7.5)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
H01L 27/146		H04N 5/335	U 4M118
31/10			E 5C024
H04N 5/335		H01L 27/14	A 5F049
		31/10	G

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-390315 (P2000-390315)

(22) 出願日 平成12年12月22日 (2000. 12. 22)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 前田 敦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外4名)

Fターム (参考) 4M118 BA14 CA03 DD04 DD12 EA20

FA34 FA47

5C024 CX32 CY47 GX03 GX16 GY18

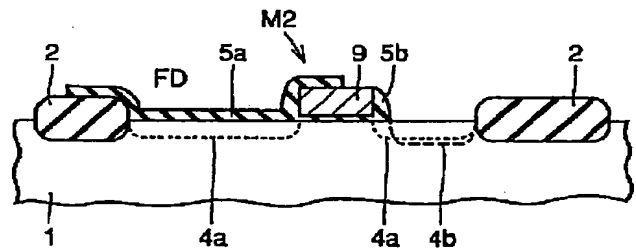
5F049 MA01 NA04 NB05 RA02 UA20

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 固体撮像装置において、ダメージ層をできるだけなくし、リーク電流を低減する。

【解決手段】 固体撮像装置は、半導体基板1と、この基板上に形成された第1の拡散層を含むフォトダイオードと、上記主表面上に形成された第2の拡散層 (FD領域) および第3の拡散層をソース/ドレイン領域として含むMOSトランジスタとを備える。上記FD領域は、上記フォトダイオードによって定まる信号電荷を信号電圧に変換する役割を兼ね、第3の拡散層には、低濃度の不純物を注入されたN-拡散層4aに加えて高濃度の不純物を注入されたN+拡散層4bが形成されているのに対して、上記FD領域にはN-拡散層4aのみが形成されている。なお、FD領域の上側は、イオン注入を遮断するための注入遮断層としての酸化膜5aに覆われている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主表面を有する半導体基板と、
前記主表面上に形成された第 1 の拡散層を含むフォトダイオードと、
前記主表面上に形成された第 2 の拡散層および第 3 の拡散層をソース／ドレイン領域として含む MOS (Metal Oxide Semiconductor) トランジスタとを備え、
前記第 2 の拡散層は、前記フォトダイオードによって定まる信号電荷を信号電圧に変換する役割を兼ね、前記第 2 の拡散層の不純物濃度は、前記第 3 の拡散層の不純物濃度の 1/10 以下である、固体撮像装置。

【請求項 2】 前記第 2 の拡散層の上側がイオン注入を遮断するための注入遮断層に覆われている、請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記 MOS トランジスタはエッチングによって形成されたサイドウォールスペーサを含み、前記第 2 の拡散層および前記第 3 の拡散層と前記サイドウォールスペーサとの間に、前記エッチングによる前記主表面へのダメージ発生を防止するためのエッチング保護層が介在し、前記第 2 の拡散層および前記第 3 の拡散層の上側は、前記エッチング保護層に覆われている、請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 主表面を有する半導体基板と、
前記主表面上に形成された第 1 の拡散層を含むフォトダイオードと、
前記主表面上に形成された第 2 の拡散層および第 3 の拡散層をソース／ドレイン領域として含む MOS トランジスタとを備え、
前記 MOS トランジスタはエッチングによって形成されたサイドウォールスペーサを含み、前記第 2 の拡散層および前記第 3 の拡散層と前記サイドウォールスペーサとの間に、前記エッチングによる前記主表面へのダメージ発生を防止するためのエッチング保護層が介在し、前記第 2 の拡散層および前記第 3 の拡散層の上側は、前記エッチング保護層に覆われている、固体撮像装置。

【請求項 5】 主表面を有する半導体基板と、
前記主表面上に形成された第 1 の拡散層を含むフォトダイオードと、
前記主表面上に形成された第 2 の拡散層および第 3 の拡散層をソース／ドレイン領域として含む MOS トランジスタとを備え、
前記第 2 の拡散層は、前記フォトダイオードによって定まる信号電荷を信号電圧に変換する役割を兼ね、
前記 MOS トランジスタは、前記主表面に形成された分離酸化膜と、前記分離酸化膜の上側に形成されたゲート電極と前記ゲート電極の側方を覆うサイドウォールスペーサとを含み、
前記第 2 の拡散層は、第 1 の不純物注入が行なわれた第 1 の部分と、第 2 の不純物注入が行なわれた第 2 の部分とを含み、上方から見て前記第 2 の部分は前記第 1 の部

分を包含して超える範囲に広がっている、固体撮像装置。

【請求項 6】 前記ゲート電極および前記サイドウォールスペーサは上方から見て前記分離酸化膜の領域内に収まるように形成されている、請求項 5 に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】 半導体基板の主表面に分離酸化膜を形成する分離酸化膜形成工程と、
前記分離酸化膜の上表面の中から選択された位置にゲート電極を形成するゲート電極形成工程と、
前記主表面のうち、前記分離酸化膜によって規定され、互いに前記ゲート電極を挟む位置関係にある第 1 および第 2 の領域に第 1 の濃度で不純物を注入する第 1 注入工程とを行なった後に、
前記半導体基板の全面を酸化膜で覆う被覆工程と、
前記酸化膜のうち前記第 2 の領域を覆う部分は残しつつ、前記第 1 の領域の前記主表面を露出させ、かつ、前記ゲート電極の側方を覆うサイドウォールスペーサを形成するように、前記酸化膜を部分的に除去するサイドウォールスペーサ形成工程と、
前記第 1 の領域の前記主表面に第 2 の濃度で不純物を注入する第 2 注入工程を行なう、固体撮像装置の製造方法。

【請求項 8】 半導体基板の主表面に分離酸化膜を形成する分離酸化膜形成工程と、
前記分離酸化膜の上表面の中から選択された位置にゲート電極を形成するゲート電極形成工程と、
前記主表面のうち、前記分離酸化膜によって規定され、互いに前記ゲート電極を挟む位置関係にある第 1 および第 2 の領域に第 1 の濃度で不純物を注入する第 1 注入工程とを行なった後に、
前記半導体基板の全面を酸化膜で覆う酸化膜被覆工程を行ない、その後、
前記半導体基板の全面を覆うように窒化膜を形成する窒化膜被覆工程と、
前記窒化膜から前記ゲート電極の側方を覆うサイドウォールスペーサを形成し、かつ、前記酸化膜を残すように、前記窒化膜を部分的に除去するサイドウォールスペーサ形成工程と、
前記第 1 の領域の前記主表面に第 2 の濃度で不純物を注入する第 2 注入工程を行なう、固体撮像装置の製造方法。

【請求項 9】 前記第 2 注入工程は、前記第 2 の領域をマスクして、前記第 2 の濃度の不純物が前記第 2 の領域の前記主表面に注入されることを防止した、請求項 8 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 10】 半導体基板の主表面に分離酸化膜を形成する分離酸化膜形成工程と、
前記分離酸化膜の上表面の中から選択された位置にゲート電極を形成するゲート電極形成工程と、

前記ゲート電極の側方を覆うようにサイドウォールスペーサを形成するサイドウォールスペーサ形成工程と、前記主表面のうち、前記分離酸化膜によって規定され、前記ゲート電極に隣接する活性領域に第1の条件で不純物を注入する第1注入工程と、

上方から見て前記第1注入工程で注入した不純物拡散部分を包含して超える範囲に不純物が拡散するような第2の条件で前記活性領域に不純物を注入する第2注入工程とを含む、固体撮像装置の製造方法。

【請求項11】 前記ゲート電極形成工程および前記サイドウォールスペーサ形成工程において、前記ゲート電極および前記サイドウォールスペーサを、上方から見て前記分離酸化膜の領域内に収まるように形成する、請求項10に記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像素子を有する半導体装置、すなわち、固体撮像装置に関するものである。さらに、その製造方法にも関する。

【0002】

【従来の技術】図13は、固体撮像装置の回路構成を示す図である。単位画素あるいは単位セルCがマトリクス状に配置され、各単位セルCが垂直シフトレジスタおよび水平シフトレジスタにそれぞれ接続されている。

【0003】各単位セルCは、フォトダイオードPDと、転送スイッチM1と、リセットスイッチM2と、アンプM3と、選択スイッチM4とを有している。転送スイッチM1、リセットスイッチM2、アンプM3および選択スイッチM4の各々は、MOSトランジスタよりなっている。フォトダイオードPD (Photo Diode) は、入射光を電気信号に変換する役割を担っている。フォトダイオードPDによって得られた信号電荷Qは、転送スイッチM1によって、信号電荷変換用の拡散層FD (Floating Diffusion) に転送される。FDの容量がCであるとする、信号電荷は $V=Q/C$ の電圧に変換される。各要素のパターンレイアウトを、図14に示す。図14におけるXV-XV線に関する矢視断面図を、図15に示す。

【0004】図15に示すように、半導体基板1の主表面には、LOCOS (local oxidation of silicon) 法によって分離酸化膜2が形成されている。分離酸化膜2によって囲まれて露出する半導体基板1の活性領域にはそれぞれ所定の不純物が注入されており、少なくともPDとしての領域（以下、「PD領域」という。）と、FDとしての領域（以下、「FD領域」という。）とが存在する。PD領域とFD領域とは、半導体基板1の主表面の上方に形成されたゲート電極8を挟んで隣接する位置関係にある。ゲート電極8の側壁は、サイドウォールスペーサによって覆われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】半導体基板1中には、分離酸化膜2を形成した際の力学的負荷が作用したことによって生じた応力ダメージ層31と、サイドウォールスペーサを形成するためのエッチングで生じたエッチングダメージ層32と、活性領域への不純物注入で生じたイオン注入ダメージ層33とが含まれる。これらのダメージ層の欠陥を介して電荷Qの一部ΔQがリーク電流として失われると、固体撮像装置としての感度が低下することとなり、画素特性が悪化する。

【0006】そこで、本発明は、ダメージ層をできるだけなくした固体撮像装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に基づく固体撮像装置の一つの局面では、主表面を有する半導体基板と、上記主表面上に形成された第1の拡散層を含むフォトダイオードと、上記主表面上に形成された第2の拡散層および第3の拡散層をソース／ドレイン領域として含むMOS (Metal Oxide Semiconductor) トランジスタとを備え、上記第2の拡散層は、上記フォトダイオードによって定まる信号電荷を信号電圧に変換する役割を兼ね、上記第2の拡散層の不純物濃度は、上記第3の拡散層の不純物濃度の1/10以下である。

【0008】上記構成を採用することにより、第2の拡散層としてのFD領域には高濃度拡散層を形成しないため、FD領域における半導体基板中のイオン注入ダメージ層の形成を抑えることができる。したがって、ダメージ層の欠陥に起因するリーク電流を低減することができる。また、拡散層自体の濃度が低下することにより、PN接合界面における電界も緩和され、リーク電流を低減できる。

【0009】上記発明において好ましくは、上記第2の拡散層の上側がイオン注入を遮断するための注入遮断層に覆われている。この構成を採用することにより、第2の拡散層としてのFD領域上でサイドウォールスペーサ形成は行なわれず、FD領域内には高濃度拡散層も形成されない。したがって、サイドウォールスペーサ形成時に生じるエッチングダメージ層や、高濃度拡散層形成時に生じるイオン注入ダメージ層が、FD領域内に発生しない。このようにダメージ層の発生を抑えることができるため、リーク電流を低減できる。

【0010】上記発明において好ましくは、上記MOSトランジスタはエッチングによって形成されたサイドウォールスペーサを含み、上記第2の拡散層および上記第3の拡散層と上記サイドウォールスペーサとの間に、上記エッチングによる上記主表面へのダメージ発生を防止するためのエッチング保護層が介在し、上記第2の拡散層および上記第3の拡散層の上側は、上記エッチング保護層に覆われている。この構成を採用することにより、第2の拡散層としてのFD領域内にエッチングダメージ

層が発生することを回避できる。高濃度拡散層形成時に生じるイオン注入ダメージ層に加えてエッチングダメージ層も低減できるため、ダメージ層の総量は低減でき、リーク電流を低減できる。

【0011】上記目的を達成するため、本発明に基づく固体撮像装置の他の局面では、主表面を有する半導体基板と、上記主表面上に形成された第1の拡散層を含むフォトダイオードと、上記主表面上に形成された第2の拡散層および第3の拡散層をソース／ドレイン領域として含むMOSトランジスタとを備え、上記MOSトランジスタはエッチングによって形成されたサイドウォールスペーサを含み、上記第2の拡散層および上記第3の拡散層と上記サイドウォールスペーサとの間に、上記エッチングによる上記主表面へのダメージ発生を防止するためのエッチング保護層が介在し、上記第2の拡散層および上記第3の拡散層の上側は、上記エッチング保護層に覆われている。この構成を採用することにより、第2の拡散層としてのFD領域内にエッチングダメージ層が発生することを回避できる。この結果、ダメージ層の総量は低減でき、リーク電流を低減できる。

【0012】上記目的を達成するため、本発明に基づく固体撮像装置のさらに他の局面では、主表面を有する半導体基板と、上記主表面上に形成された第1の拡散層を含むフォトダイオードと、上記主表面上に形成された第2の拡散層および第3の拡散層をソース／ドレイン領域として含むMOSトランジスタとを備え、上記第2の拡散層は、上記フォトダイオードによって定まる信号電荷を信号電圧に変換する役割を兼ね、上記MOSトランジスタは、上記主表面に形成された分離酸化膜と、上記分離酸化膜の上側に形成されたゲート電極と上記ゲート電極の側方を覆うサイドウォールスペーサとを含み、上記第2の拡散層は、第1の不純物注入が行なわれた第1の部分と、第2の不純物注入が行なわれた第2の部分とを含み、上方から見て上記第2の部分は上記第1の部分を含めて超える範囲に広がっている。

【0013】上記構成を採用することにより、第2の部分としての追い打ち拡散層が、上方から見て第1の部分としての低濃度拡散層や高濃度拡散層の範囲を超えて拡散しているため、分離酸化膜の近傍にある応力ダメージ層の欠陥は、追い打ち拡散層に覆われることとなり、半導体基板と高濃度拡散層とのPN接合の空乏層が延びる範囲内には電流のリークを引き起こすような欠陥が存在しなくなる。したがって、リーク電流を低減できる。

【0014】上記発明において好ましくは、上記ゲート電極および上記サイドウォールスペーサは上方から見て上記分離酸化膜の領域内に収まるように形成されている。この構成を採用することにより、分離酸化膜の手前にサイドウォールスペーサの陰となる部分はなくなり、分離酸化膜の近傍に生じている応力ダメージ層に第2の部分としての追い打ち拡散層が達しやすい。したがっ

て、追い打ち拡散層が応力ダメージ層をより深くまで覆うことができ、応力ダメージ層の欠陥をより確実に無害化することができる。よって、リーク電流を低減でき、固体撮像装置としての感度が向上し、画素特性が良好となる。

【0015】上記目的を達成するため、本発明に基づく固体撮像装置の製造方法の一つの局面では、半導体基板の主表面に分離酸化膜を形成する分離酸化膜形成工程と、上記分離酸化膜の上表面の中から選択された位置にゲート電極を形成するゲート電極形成工程と、上記主表面のうち、上記分離酸化膜によって規定され、互いに上記ゲート電極を挟む位置関係にある第1および第2の領域に第1の濃度で不純物を注入する第1注入工程とを行なった後に、上記半導体基板の全面を酸化膜で覆う被覆工程と、上記酸化膜のうち上記第2の領域を覆う部分は残しつつ、上記第1の領域の上記主表面を露出させ、かつ、上記ゲート電極の側方を覆うサイドウォールスペーサを形成するように、上記酸化膜を部分的に除去するサイドウォールスペーサ形成工程と、上記第1の領域の上記主表面に第2の濃度で不純物を注入する第2注入工程を行なう。

【0016】上記方法を採用することにより、第2の領域は酸化膜で被覆した状態で第2の濃度の不純物注入を行なうこととしているため、第2の領域としてのFD領域に第2の濃度としての高濃度の拡散層は形成されない。したがってイオン注入に伴うダメージ層の発生を抑えることができる、リーク電流を低減できる。

【0017】上記目的を達成するため、本発明に基づく固体撮像装置の製造方法の他の局面では、半導体基板の主表面に分離酸化膜を形成する分離酸化膜形成工程と、上記分離酸化膜の上表面の中から選択された位置にゲート電極を形成するゲート電極形成工程と、上記主表面のうち、上記分離酸化膜によって規定され、互いに上記ゲート電極を挟む位置関係にある第1および第2の領域に第1の濃度で不純物を注入する第1注入工程とを行なった後に、上記半導体基板の全面を酸化膜で覆う酸化膜被覆工程を行ない、その後、上記半導体基板の全面を覆うように窒化膜を形成する窒化膜被覆工程と、上記窒化膜から上記ゲート電極の側方を覆うサイドウォールスペーサを形成し、かつ、上記酸化膜を残すように、上記窒化膜を部分的に除去するサイドウォールスペーサ形成工程と、上記第1の領域の上記主表面に第2の濃度で不純物を注入する第2注入工程を行なう。

【0018】上記方法を採用することにより、サイドウォールスペーサを形成するためのエッチングにおいて、サイドウォールスペーサの下側にエッチング保護層としての酸化膜が残るようにエッチングを行なっているため、エッチングの影響が半導体基板側に及ぶことは、酸化膜によって妨げられる。したがって、第2の領域としてのFD領域内にエッチングダメージ層が発生すること

を回避できる。これにより、ダメージ層を低減できるため、リーク電流を低減できる。

【0019】上記発明において好ましくは、上記第2注入工程は、上記第2の領域をマスクして、上記第2の濃度の不純物が上記第2の領域の上記主表面に注入されることを防止している。この方法を採用することにより、第2の領域としてのFD領域には、第2の濃度としての高濃度拡散層が形成されないこととなり、FD領域におけるイオン注入ダメージの発生をも防止できるため、リーク電流をより低減でき、好ましい。

【0020】上記目的を達成するため、本発明に基づく固体撮像装置の製造方法のさらに他の局面では、半導体基板の主表面に分離酸化膜を形成する分離酸化膜形成工程と、上記分離酸化膜の上表面の中から選択された位置にゲート電極を形成するゲート電極形成工程と、上記ゲート電極の側方を覆うようにサイドウォールスペーサを形成するサイドウォールスペーサ形成工程と、上記主表面のうち、上記分離酸化膜によって規定され、上記ゲート電極に隣接する活性領域に第1の条件で不純物を注入する第1注入工程と、上方から見て上記第1注入工程で注入した不純物拡散部分を包含して超える範囲に不純物が拡散するような第2の条件で上記活性領域に不純物を注入する第2注入工程とを含む。

【0021】上記方法を採用することにより、第2注入工程で注入した追い打ち拡散層が、上方から見て第1の部分としての低濃度拡散層や高濃度拡散層の範囲を超えて拡散しているため、分離酸化膜の近傍にある応力ダメージ層の欠陥は、追い打ち拡散層に覆われることとなり、半導体基板と高濃度拡散層とのPN接合の空乏層が延びる範囲内には電流のリークを引き起こすような欠陥が存在しなくなる。したがって、リーク電流を低減できる。

【0022】上記発明において好ましくは、上記ゲート電極形成工程および上記サイドウォールスペーサ形成工程において、上記ゲート電極および上記サイドウォールスペーサを、上方から見て上記分離酸化膜の領域内に収まるように形成する。この方法を採用することにより、分離酸化膜の手前にサイドウォールスペーサの陰となる部分はなくなり、分離酸化膜の近傍に生じている応力ダメージ層に第2の部分としての追い打ち拡散層が達しやすい。したがって、追い打ち拡散層が応力ダメージ層をより深くまで覆うことができ、リーク電流を低減できる。

【0023】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）

（構成）図1を参照して、本発明に基づく実施の形態1における固体撮像装置の構成について説明する。図1は、図14におけるI-I線に関する矢視断面図に相当する部分に本発明を適用した状態の断面図である。P型の半導体基板1の主表面にLOCOS法による分離酸化

膜2と、スイッチM2としてのMOSトランジスタのゲート電極9が形成されている。スイッチM2に隣接する位置にFD領域が配置されている。図1には表れていないが、FD領域に対してスイッチM1を挟んで隣接する位置にPD領域が存在する。PD領域、FD領域には、それぞれ不純物が注入されていることから、ここでは、PD領域を第1の拡散層、FD領域を第2の拡散層とも呼ぶものとする。一方、図1においてスイッチM2を挟んでFD領域と対向する位置（図1においてスイッチM2の右側）にある拡散層は、FD領域ではなく、ここでは第3の拡散層と呼ぶこととする。第1の拡散層としてのPD領域で入射光によって生じた信号電荷は、スイッチM1によって第2の拡散層に転送され、第2の拡散層としてのFD領域によって電圧に変換され、スイッチM2によってさらに第3の拡散層に伝えられる。FD領域は、フォトダイオードによって定まる信号電荷を信号電圧に変換する役割と同時に、スイッチM1、M2としてのMOSトランジスタのソース/ドレイン領域の役割を兼ねる。

【0024】図1に示すようにFD領域には、N型の拡散層が存在するが、このN型拡散層としては、 $10^{17} \sim 10^{18} / \text{cm}^3$ 程度のたとえばP（リン）からなる拡散層（以下、この濃度および注入種の条件による拡散層を「N-拡散層」という。）4aのみが含まれている。N-拡散層4aは、一般に「低濃度拡散層」と呼ぶ場合もある。第3の拡散層では、N-拡散層4aに加えて、 $10^{20} \sim 10^{21} / \text{cm}^3$ 程度のたとえばAs（砒素）からなる拡散層（以下、この濃度および注入種の条件による拡散層を「N+拡散層」という。）4bも形成されている。N+拡散層4bは、一般に「高濃度拡散層」と呼ぶ場合もある。

【0025】このような構造は、たとえば、N+拡散層4b形成のためのイオン注入に先立って、FD領域上を覆うようなフォトレジストパターンを形成しておくなどして、非FD領域である第3の拡散層に選択的に注入することによって実現される。

【0026】（作用・効果）本実施の形態における固体撮像装置では、FD領域には、N+拡散層4bを形成しないため、FD領域における半導体基板1中のイオン注入ダメージ層33の形成を抑えることができる。したがって、ダメージ層の欠陥に起因するリーク電流を低減することができる。また、拡散層自体の濃度が低下することにより、PN接合界面における電界も緩和され、リーク電流を低減できる。

【0027】なお、上述の例では、N-拡散層4aの不純物濃度を $10^{17} \sim 10^{18} / \text{cm}^3$ 程度とし、N+拡散層4bの不純物濃度を $10^{20} \sim 10^{21} / \text{cm}^3$ としたが、濃度の組合せはこれに限られない。N-拡散層4aの不純物濃度が、N+拡散層4bの不純物濃度の1/10以下であれば、本発明の考え方を適用することができ

る。もつとも、現実的には、N-拡散層 4a の不純物濃度が、N+拡散層 4b の不純物濃度の $1/10^6$ 以上、 $1/10$ 以下となる組合せが好ましい。さらに、寄生容量の問題や、ホットキャリアの問題を考慮すれば、上述の数値的範囲のうち、 $1/10^4$ 以上、 $1/10^2$ 以下となる組合せが好ましい。

【0028】（実施の形態 2）

（構成）図 2 を参照して、本発明に基づく実施の形態 2 における固体撮像装置の構成について説明する。図 2 は、図 1 と同様の切り口による断面図である。基本的には実施の形態 1 における固体撮像装置と同様であって、FD 領域には、拡散層としては N-拡散層 4a のみを形成し、第 3 の拡散領域には、N-拡散層 4a および N+拡散層 4b が形成されている。FD 領域の上側を、イオン注入を遮断するための注入遮断層として CVD（Chemical Vapor Deposition）法で形成された酸化膜 5a が覆っている。

【0029】（製造方法）図 3～図 5 を参照して、本実施の形態における固体撮像装置の製造方法について説明する。図 3 に示すように、半導体基板 1 の活性領域に N-拡散層 4a を形成した後、この半導体基板 1 の表面全体に、酸化膜 5 を CVD 法によって形成する。図 4 に示すように、FD 領域の上を覆うようにフォトレジスト 21a を形成し、酸化膜 5 のうち露出する部分をエッチングによって除去する。図 5 に示すように、フォトレジスト 21a を除去する。 $10^{20} \sim 10^{21} / \text{cm}^3$ 程度の As などのイオン注入を行ない、図 2 に示すような N+拡散層 4b を形成する。FD 領域は、フォトレジスト 21a に覆われているので、N+拡散層 4b は FD 領域以外に形成される。

【0030】（作用・効果）本実施の形態における固体撮像素子では、FD 領域上を覆うように注入遮断層としての酸化膜 5 を残した構成であるので、FD 領域上でサイドウォールスペーサ形成は行なわれず、FD 領域内には N+拡散層 4b も形成されない。したがって、サイドウォールスペーサ形成時に生じるエッチングダメージ層 32 や、N+拡散層形成時に生じるイオン注入ダメージ 33 が、FD 領域内に発生しない。このようにダメージ層の発生を抑えることができるため、リーク電流を低減できる。その結果、固体撮像装置としての感度が向上し、画素特性が良好となる。

【0031】（実施の形態 3）

（構成）図 6 を参照して、本発明に基づく実施の形態 3 における固体撮像装置の構成について説明する。図 6 は、図 1 と同様の切り口による断面図である。スイッチ M2 を挟んで FD 領域と第 3 の拡散層とが配置されており、スイッチ M2 のゲート電極 9 を側壁を窒化膜からなるサイドウォールスペーサ 11a が覆っている。FD 領域および第 3 の拡散層の上面には、エッチングによる主表面へのダメージ発生を防止するためのエッチング保護

層としての酸化膜 10 が存在し、サイドウォールスペーサ 11a と半導体基板 1 との間にも酸化膜 10 が介在している。

【0032】（製造方法）図 7、図 8 を参照して、本実施の形態における固体撮像装置の製造方法について説明する。半導体基板 1 の活性領域に N-拡散層 4a を形成した後、この半導体基板 1 の表面全体に、酸化膜 10 を CVD 法によって形成する。ただし、酸化膜 10 は、薄く形成する。たとえば厚さ 500 Å 程度になるように形成する。続けて、酸化膜 10 とは異なる材質の膜、たとえば窒化膜 11 を $1500 \sim 2000$ Å 積層させる。こうして、図 7 に示す構造が得られる。

【0033】続いて、窒化膜 11 をエッチングして、サイドウォールスペーサ 11a を形成する。このエッチングは、酸化膜 10 が残るような条件で行なう。次に、酸化膜 10 越しに、FD 領域と第 3 の拡散層の領域に、イオン注入を行ない、N+拡散層 4b を形成する。こうして、図 8 に示す構造が得られる。

【0034】（作用・効果）本実施の形態における固体撮像素子では、サイドウォールスペーサ 11a を形成するためのエッチングにおいて、サイドウォールスペーサ 11a の下側にエッチング保護層としての酸化膜 10 が残るようにエッチングを行なっているため、エッチングの影響が半導体基板 1 側に及ぶことは、酸化膜 10 によって妨げられる。したがって、FD 領域内にエッチングダメージ層 32 が発生することを回避できる。これにより、ダメージ層を低減できるため、リーク電流を低減できる。その結果、固体撮像装置としての感度が向上し、画素特性が良好となる。

【0035】また、図 9 に示すように、FD 領域には、N+拡散層 4b が形成されないようにすれば、イオン注入ダメージ 33 の発生をも防止できるため、より好ましい。この実現のためには、実施の形態 2 に示したように、FD 領域の上側を覆うようにフォトレジスト 21a を形成し、N+拡散層 4b 形成のためのイオン注入を選択的に行なえばよい。

【0036】（実施の形態 4）

（構成）図 10 を参照して、本発明に基づく実施の形態 4 における固体撮像装置の構成について説明する。図 10 は、図 15 と同様の切り口による断面図である。したがって、スイッチ M1 としての MOS トランジスタを挟んで、左側には PD 領域、右側には FD 領域が配置されている。FD 領域には、N-拡散層 4a、サイドウォールスペーサ 5b、N+拡散層 4b を形成した後に、さらに N-拡散層 4a と N+拡散層 4b との中間の濃度である $10^{18} \sim 10^{19} / \text{cm}^3$ 程度となるように、P（リン）などの N 型不純物が注入されている。このような条件で他の不純物の後から行なう注入を「追い打ち」と呼ぶものとし、この追い打ちによって形成される拡散層を「追い打ち拡散層」と呼ぶものとする。追い打ちを行な

うべきでないPD領域の表面は、フォトレジスト21bが覆っている。最終形態としては、フォトレジスト21bはなくてもよい。

【0037】（製造方法）図10を参照して、本実施の形態における固体撮像装置の製造方法について説明する。FD領域となるべき活性領域にN-拡散層4aを形成した後に、スイッチ1のサイドウォールスペーサ5bを形成する。次にN+拡散層4bを形成する。ここまでは、従来の固体撮像装置の製造方法と同じである。本実施の形態における固体撮像装置では、さらにこの後、フォトレジスト21bを形成し、矢印22に示すように、FD領域に選択的に追い打ちを行なう。すなわち、 $10^{18} \sim 10^{19} / \text{cm}^3$ 程度となるように、P（リン）などの熱処理によって拡散しやすいN型不純物を注入する。追い打ちされた不純物は、濃度の点でN-拡散層4aとして注入された不純物より高濃度であることにより、最終的には、少なくとも側方に向かってN-拡散層4aの範囲を超える形で拡散する。さらに、Pなどのようにこの後の熱処理によって拡散しやすい種類の不純物を選択していることから、少なくとも側方に向かってN+拡散層4bの範囲をも超える形で拡散する。すなわち、上方から見て、追い打ち拡散層4cの方がN-拡散層4aやN+拡散層4bを包含してさらに広がった範囲に分布することになる。追い打ちの後で、フォトレジスト21bは除去する。

【0038】（作用・効果）追い打ち拡散層4cが、上方から見てN-拡散層4aやN+拡散層4bの範囲を超えて拡散しているため、分離酸化膜2の近傍にある応力ダメージ層31の欠陥は、追い打ち拡散層4cに覆われることとなり、半導体基板1とN+拡散層4bとのPN接合の空乏層が延びる範囲内には電流のリークを引き起こすような欠陥が存在しなくなる。したがって、リーク電流を低減でき、固体撮像装置としての感度が向上し、画素特性が良好となる。

【0039】なお、追い打ちによって、イオン注入ダメージ層33がある程度発生するが、そのことによるダメージ層の増加よりも、追い打ち拡散層4cが応力ダメージ層31を覆うことによるダメージ層の減少の方が上回るため、本実施の形態のように追い打ちを行なうことは有益である。

【0040】この例では、追い打ちは、N+拡散層4b形成の後で行なったが、N+拡散層4b形成より先に行なっても、また、同時に行なってもよい。

【0041】実施の形態1のように、FD領域にはN+拡散層4bを形成しない場合であっても、本実施の形態の考え方を適用して、N-拡散層4aのみが形成されているFD領域に追い打ちを行なうことは、応力ダメージ層31の無害化を図れるという点で有益である。

【0042】（実施の形態5）

（構成）図11を参照して、本発明に基づく実施の形態

5における固体撮像装置の構成について説明する。図11は、図10と同様の切り口による断面図である。本実施の形態における固体撮像装置の構成は、実施の形態4におけるものと同様である。ただし、スイッチM1の構造が異なる。本実施の形態では、ゲート電極8およびサイドウォールスペーサ5bは、上方から見て分離酸化膜2の領域内に収まるように形成されている。

【0043】（製造方法）本実施の形態における固体撮像装置の製造方法は、実施の形態4におけるものと同様である。ただ、ゲート電極8およびサイドウォールスペーサ5bの形成時に、これらが、上方から見て分離酸化膜2の領域内に収まるように形成する点が異なる。

【0044】（作用・効果）図12に示すように、サイドウォールスペーサ5bの外側の端が分離酸化膜2の端よりYだけ突出している場合、追い打ちを行なう際には、分離酸化膜2の近傍に生じている応力ダメージ層31はサイドウォールスペーサ5bの外側の端の陰となっているため、たとえ追い打ち拡散層4cが側方に向かって拡散しやすいとはいえ、追い打ち拡散層4cが達することのできる深さには限界がある。

【0045】これに対して、本実施の形態における固体撮像装置では、図11に示すように、サイドウォールスペーサ5bの外側の端が分離酸化膜2の端よりXだけ引っ込むこととなる（ただし $X \geq 0$ ）ため、分離酸化膜2の手前にサイドウォールスペーサ5bの陰となる部分はなく、分離酸化膜2の近傍に生じている応力ダメージ層31に追い打ち拡散層4cが達しやすい。したがって、追い打ち拡散層4cが応力ダメージ層31をより深くまで覆うことができ、応力ダメージ層31の欠陥をより確実に無害化することができる。よって、リーク電流を低減でき、固体撮像装置としての感度が向上し、画素特性が良好となる。

【0046】なお、今回開示した上記実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【0047】

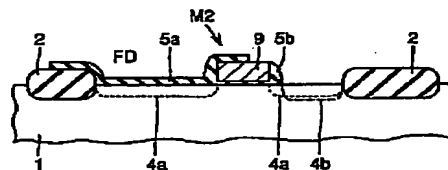
【発明の効果】本発明によれば、第2の拡散層としてのFD領域には高濃度拡散層を形成しないため、FD領域における半導体基板中のイオン注入ダメージ層の形成を抑えることができる。したがって、ダメージ層の欠陥に起因するリーク電流を低減することができる。また、拡散層自体の濃度が低下することにより、PN接合界面における電界も緩和され、リーク電流を低減できる。よって、固体撮像装置としての感度が向上し、画素特性が良好となる。

【図面の簡単な説明】

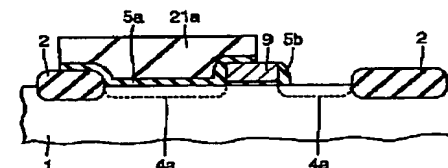
【図1】 本発明に基づく実施の形態1における固体撮像装置の断面図である。

【図 1 1】 本発明に基づく実施の形態 5 における固体

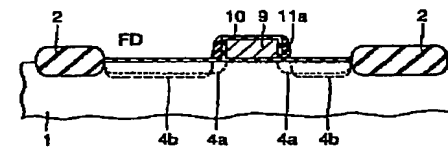
【图2】



【图4】



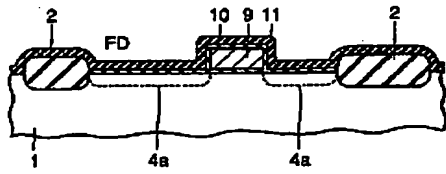
【図 6】



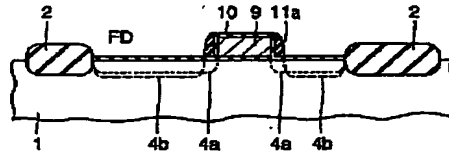
【図 15】 従来技術に基づく固体撮像装置の、図 14 における X V - X V 線に関する矢視断面図である。

1 半導体基板、2 分離酸化膜、4 拡散層、4 a N-拡散層、4 b N+拡散層、4 c 追い打ち拡散層、5 酸化膜、5 a (覆いとしての)酸化膜、5 b (酸化膜の)サイドウォールスペーサ、8、9 ゲート電極、10 酸化膜、11 窒化膜、11 a (窒化膜の)サイドウォールスペーサ、21 a、21 b フォトリソグレイ、22 矢印、31 応力ダメージ層、32 エッチングダメージ層、33 イオン注入ダメージ層。

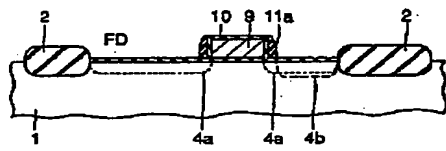
【図7】



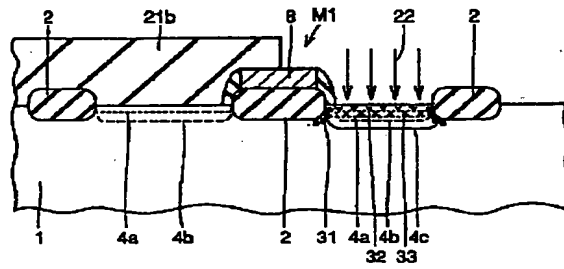
【図8】



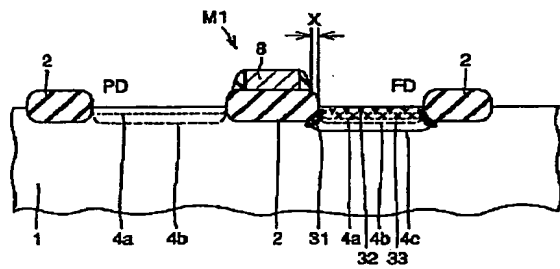
【図9】



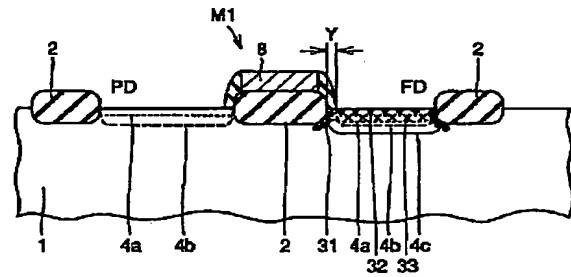
【図10】



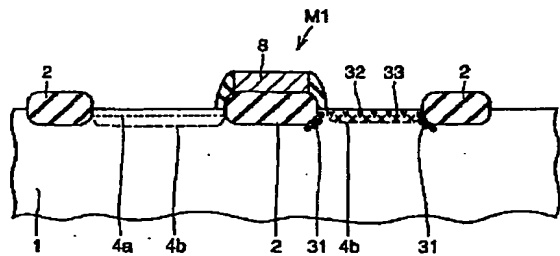
【図11】



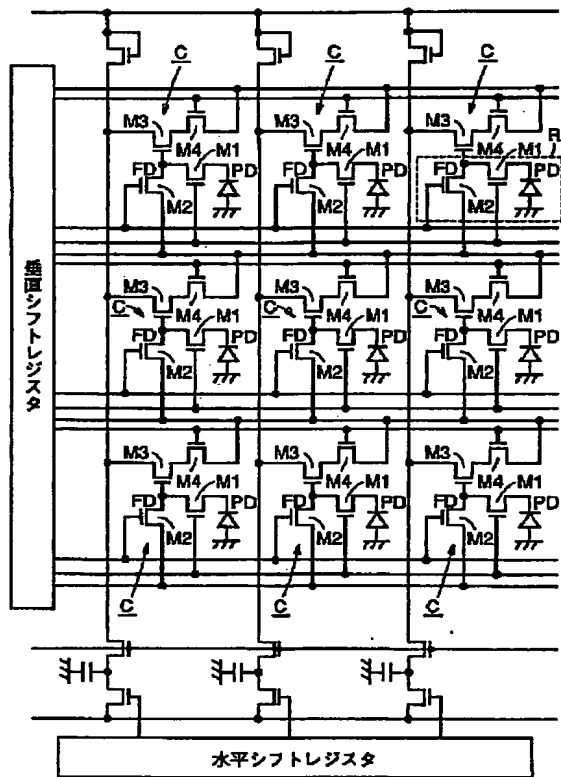
【図12】



【図15】



【図13】



【図14】

